

8/5/1

012091658 **Image available**

WPI Acc No: 1998-508569/199844

XRPX Acc No: N98-396579

**Injection valve with piezoelectric actuator unit - has
thermal expansion coefficients of actuator and actuator housing
approximately equal to one another to compensate for temperature changes**

Patent Assignee: SIEMENS AG (SIEI)

Inventor: BARANOWSKI D; FITZNER J; GIAVI R; KIRCHWEGER K; LEHMANN S;
LEWENTZ G; RINK J; SCHMUTZLER G

Number of Countries: 024 Number of Patents: 001

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applicat No	Kind	Date	Week
EP 869278	A1	19981007	EP 98106153	A	19980403	199844 B

Priority Applications (No Type Date): DE 1013982 A 19970404

Patent Details:

Patent No	Kind	Lan	Pg	Main IPC	Filing Notes
EP 869278	A1	G	9	F02M-051/06	

Designated States (Regional): AL AT BE CH DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI
LT LU LV MC MK NL PT RO SE SI

Abstract (Basic): EP 869278 A

The injection valve incorporates a controllable actuator (2). This is accommodated in an actuator housing (8) which is rigidly attached to a valve housing (19). The actuator is connected in effect to the injection needle (4) and controls it for fuel injection.

The actuator housing of the valve especially has a coefficient of thermal expansion which is approximately equal to the coefficient of thermal expansion of the piezoelectric actuator. This avoids trouble due to differential expansion during temperature changes.

USE - Fuel injector is especially for use in internal combustion engines.

ADVANTAGE - Length changes of the piezoelectric actuator unit due to temperature variations are achieved without use of a damping chamber.

Dwg.1/5

Title Terms: INJECTION; VALVE; PIEZOELECTRIC; ACTUATE; UNIT; THERMAL;
EXPAND; COEFFICIENT; ACTUATE; ACTUATE; HOUSING; APPROXIMATE; EQUAL; ONE;
COMPENSATE; TEMPERATURE; CHANGE

Derwent Class: Q53; V06; X22

International Patent Class (Main): F02M-051/06

International Patent Class (Additional): F02M-061/08

File Segment: EPI; EngPI

Derwent WPI (Dialog® File 351): (c) 2002 Derwent Info Ltd. All rights reserved.

© 2002 The Dialog Corporation plc

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 869 278 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:

07.10.1998 Patentblatt 1998/41

(51) Int. Cl.⁶: F02M 51/06, F02M 61/08

(21) Anmeldenummer: 98106153.4

(22) Anmeldetag: 03.04.1998

(84) Benannte Vertragsstaaten:

AT BE CH DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU MC
NL PT SE

Benannte Erstreckungsstaaten:

AL LT LV MK RO SI

(30) Priorität: 04.04.1997 DE 19713982

(71) Anmelder:

SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT
80333 München (DE)

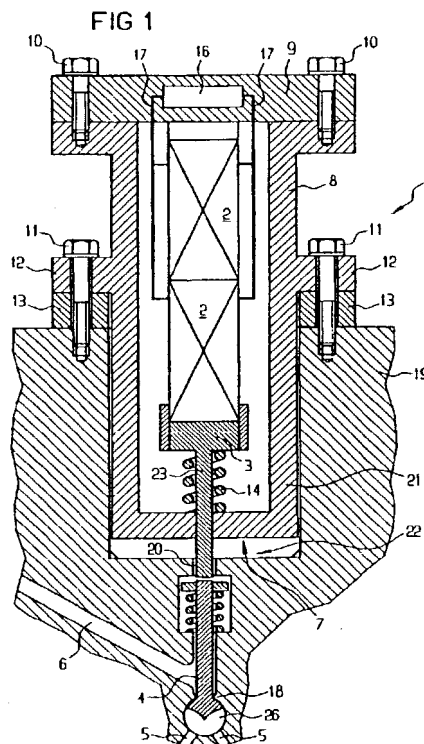
(72) Erfinder:

• Fitzner, Johannes
93170 Bernhardswald (DE)

- Kirchweger, Karl
93057 Regensburg (DE)
- Schmutzler, Gerd Dr.
93138 Kareth (DE)
- Giavi, Raimondo Dr.
80802 München (DE)
- Rink, Jürgen
92442 Wackersdorf (DE)
- Lewentz, Günter
93055 Regensburg (DE)
- Lehmann, Stefan
93053 Regensburg (DE)
- Baranowski, Dirk Dr.
93059 Regensburg (DE)

(54) Einspritzventil mit Mitteln zur Kompensation der thermischen Längenänderung eines Piezoaktors

(57) Es wird ein Einspritzventil (1) mit einem piezoelektrischen Aktor (2) beschrieben, bei dem durch eine entsprechende Wahl der Materialien oder über entsprechende Ausgleichsscheiben die thermische Ausdehnung des piezoelektrischen Aktors (2) kompensiert wird.



EP 0 869 278 A1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Einspritzventil mit einem piezoelektrischen Aktor und einem Aktorgehäuse gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 und 3.

Ein Einspritzventil mit einem piezoelektrischen Aktor wird zur Ansteuerung einer Einspritznadel zum Einspritzen von Kraftstoff in eine Brennkraftmaschine verwendet.

Aus DE 35 33 085 A1 ist ein Einspritzventil mit einem piezoelektrischen Aktor bekannt, bei dem der piezoelektrische Aktor über einen Dämpfungskolben, ein Flüssigkeitspolster und einem Dämpfungsraum gegen das Aktorgehäuse vorgespannt ist. Bei einer Längenänderung des Aktors infolge von Temperaturschwankungen wird das Volumen des Ausgleichsraums verändert und somit die Längenänderung in Bezug auf den festgelegten Stellweg ausgeglichen.

Die Aufgabe der Erfindung beruht darin, eine thermische Längenänderung des eines Aktors ohne eine Dämpfungskammer auszugleichen.

Die Aufgabe der Erfindung wird durch die Merkmale des Anspruchs 1 und 3 gelöst. Ein wesentlicher Vorteil der Erfindung beruht darin, daß das Aktorgehäuse in Bezug auf den thermischen Ausdehnungskoeffizienten an den Aktor angepaßt ist, der vorzugsweise als piezoelektrischer Aktor ausgebildet ist. Weiterhin wird in vorteilhafter Weise eine Kompensation der thermischen Längenänderung des Aktors gegenüber dem Aktorgehäuse dadurch erreicht, daß Ausgleichsscheiben vorgesehen sind, die die Längenänderung des Aktors ausgleichen.

Vorteilhafte Ausbildungen und Verbesserungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben.

Die Erfindung wird anhand der Figuren näher erläutert. Es zeigen:

- Figur 1 schematisch den Aufbau eines Einspritzventiles,
- Figur 2 schematisch die für eine thermische Ausdehnung wirksamen Längen eines Einspritzventiles,
- Figur 3 ein Einspritzventil mit Ausgleichsscheiben,
- Figur 4 die Volumenänderung einer Ausgleichsscheibe in Abhängigkeit von der Temperatur und
- Figur 5 die Dickenänderung eines Pakets aus mehreren Ausgleichsscheiben.

Figur 1 zeigt schematisch ein Einspritzventil 1 mit einem Ventilgehäuse 19, in dem eine Gehäuseausnehmung 7 eingebracht ist, die in eine Führungsbohrung 20 übergeht, die in eine Einspritzkammer 26 mündet. Die Führungsbohrung 20 ist an einen Kraftstoffkanal 6 angeschlossen, über den Kraftstoff zugeführt wird. In die Gehäuseausnehmung 7 ist ein Aktorgehäuse 8 eingebracht, das über zwei Flansche 12 und Schrauben 11 fest mit der Oberseite des Ventilgehäuses 19 verbunden

den ist. Zwischen den Flanschen 12 und der Oberseite des Ventilgehäuses 19 ist jeweils eine Justierplatte 13 eingebracht. Die Justierplatte 13 legt die Einbringtiefe des Aktorgehäuses 8 in das Ventilgehäuse 19 fest. Auf diese Weise wird der Abstand zwischen der Grundplatte 21 des Gehäuses 8 und dem Bohrungsgrund 22 der Gehäuseausnehmung 7 festgelegt.

Das Aktorgehäuse 8 ist als Hohlzylinder ausgebildet, der auf der Unterseite von der Grundplatte 21 begrenzt wird. Der Grundplatte 21 gegenüberliegend ist eine Deckplatte 9 auf das Aktorgehäuse 8 über Befestigungsschrauben 10 aufgeschraubt.

Im Aktorgehäuse 8 sind zwei in Längsrichtung hintereinander angeordnete piezoelektrische Aktoren 2 angeordnet, wobei der obere piezoelektrische Aktor 2 an der Deckplatte 9 anliegt. Die piezoelektrischen Aktoren 2 sind über Ansteuerleitungen 17 mit einem Ansteuermittel 16 verbunden. In einer einfachen Ausführung ist nur ein piezoelektrischer Aktor 2 vorgesehen. Der untere piezoelektrische Aktor 2 wird von einem Stellglied 3 gehalten, das über eine Feder 14 gegen den unteren piezoelektrischen Aktor 2 gespannt ist. Auf diese Weise sind die piezoelektrischen Aktoren 2 gegen die Deckplatte 9 vorgespannt. Das Stellglied 3 geht von einer Halteplatte, in der der piezoelektrische Aktor 2 gelagert ist, in eine Ansteuerstange 23 über, die durch eine Öffnung der Bodenplatte 21 in die Führungsbohrung 20 geführt ist und an der Einspritznadel 4 anliegt.

Die Einspritznadel 4 wird in der Ruhestellung von einer Spannfeder 25 gegen die Ansteuerstange 23 vorgespannt, wobei die Einspritznadel 4 einen zugeordneten Dichtsitz 18 abdichtet. Dadurch ist die Einspritzkammer 26 von der Kraftstoffzuleitung 6 getrennt.

Die Funktionsweise des Einspritzventils 1 wird im folgenden näher erläutert: In der Ruhestellung wird der Piezoaktor 2 nicht vom Ansteuermittel 16 angesteuert und somit von der Feder 14 gegen die Deckplatte 9 vorgespannt. Die Einspritznadel 4 ist ebenfalls von der Spannfeder 25 auf den Dichtsitz 18 und gegen die Ansteuerstange 23 gedrückt. Es erfolgt keine Einspritzung, da die Kraftstoffzuleitung 6 von der Einspritzkammer 26 getrennt ist.

Für eine Einspritzung steuert das Ansteuermittel 16 die piezoelektrischen Aktoren 2 an, so daß sich diese ausdehnen und dabei das Stellglied 3 in Richtung auf die Einspritznadel 4 gegen die Federkraft der Feder 14 und der Spannfeder 25 bewegen. Dabei wird die Einspritznadel 4 vom Dichtsitz 18 abgehoben und die Kraftstoffzuleitung 6 mit der Einspritzkammer 26 verbunden. Als Folge davon wird über die Düsenöffnungen 5 Kraftstoff abgegeben.

Der Einspritzvorgang wird vom Ansteuermittel 16 beendet, indem die Ansteuerung des piezoelektrischen Aktors 2 abgebrochen wird, so daß sich der piezoelektrische Aktor 2 zusammenzieht und das Stellglied 3 von der Feder 14 in Richtung auf die Deckplatte 9 geschoben wird. Als Folge davon wird die Einspritznadel 4 von

der Spannfeder 25 gegen den Dichtsitz 18 gepreßt, die Kraftstoffzuleitung 6 von der Einspritzkammer 26 getrennt und die Einspritzung gestoppt.

Das Aktorgehäuse 8 ist durch die Justierplatten 13 derart justiert, daß in der Ruhestellung die Einspritznadel 4 auf dem zugeordneten Dichtsitz 18 aufliegt und die Einspritznadel 4 bei einer Ansteuerung des piezoelektrischen Aktors 2 vom zugeordneten Dichtsitz 18 abgehoben wird.

Die Justierung des Gehäuses 8 und des piezoelektrischen Aktors 2 mit dem Stellglied 3 und der Einspritznadel 4 ist jedoch relativ empfindlich in bezug auf thermische Längendehnungsänderungen. Erwärmt sich beispielsweise der piezoelektrische Aktor 2, so zieht sich der piezoelektrische Aktor 2 zusammen, da der thermische Ausdehnungskoeffizient des piezoelektrischen Materials einen negativen thermischen Ausdehnungskoeffizienten aufweist. Als Folge davon wird das Stellglied 3 von der Feder 14 in Richtung auf die Grundplatte 9 verschoben, so daß die Düsenadel 4 mit hoher Kraft auf den Dichtsitz 18 gepreßt wird. Dies hat zur Folge, daß eine Verspannung und damit eine Dejustierung des Aktors 2 in bezug auf die Einspritznadel 4 erfolgt, so daß ein sicheres Öffnen und Schließen der Düsenöffnung 5 nicht mehr gewährleistet ist.

Figur 2 zeigt schematisch die Teile des Einspritzventiles, die bei einer thermischen Längenänderung von Bedeutung sind. In Figur 2 ist schematisch das Aktorgehäuse 8 mit der Deckplatte 9 und dem Anschlußflansch 12 dargestellt. Im Aktorgehäuse 8 ist ein piezoelektrischer Aktor 2 eingebracht, der an der Deckplatte 9 anliegt. Vorzugsweise sind zwei hintereinander angeordnete piezoelektrische Aktoren 2 entsprechend Figur 1 vorgesehen. Auf der Unterseite des piezoelektrischen Aktors 2 ist das Stellglied 3 mit der Feder 14 vorgesehen, das mit der Ansteuerstange 23 durch eine Öffnung der Grundplatte 21 ragt.

Für eine Kompensation der thermischen Längenänderung des piezoelektrischen Aktors 2 ist es vorteilhaft, daß das Aktorgehäuse 8 aus einem Material besteht, das im wesentlichen den gleichen thermischen Ausdehnungskoeffizienten wie der Piezoaktor 2 aufweist. Insbesondere ist ein Ausdehnungskoeffizient für das Aktorgehäuse 8 vorteilhaft, der kleiner als

$$\frac{2 \cdot 10^{-6} \cdot 1}{K}$$

ist. Als vorteilhafte Materialien eignen sich Keramik, Quarzglas oder Hartgläser, die im wesentlichen Eisen und Nickel aufweisen. Eine bevorzugte Eisen- und Nickellegierung weist im wesentlichen 36% Nickel, 53% Eisen und geringe Teile Kohlenstoff, Silicium und Magnesium auf. Eine entsprechende Eisen-Nickel-Legierung wird unter dem Produktnamen INVAR von der Firma Inphy vertrieben und weist 36% Nickel,

0,03% Kohlenstoff, 0,2% Silicium und 0,3% Magnesium und Eisen auf.

Der mittlere thermische Ausdehnungskoeffizient von INVAR liegt zwischen $6 \cdot 10^{-7}$ 1/K für den Temperaturbereich zwischen 0°C und 100°C und $75 \cdot 10^{-7}$ 1/K für den Temperaturbereich zwischen 0°C und 400°C.

Weitere vorteilhafte Materialien sind Hartgläser und Keramiken, die einen mittleren thermischen Ausdehnungskoeffizienten zwischen $5 \cdot 10^{-6}$ und $10 \cdot 10^{-6}$ pro Grad Kelvin im Temperaturbereich von 20°C bis 400°C aufweisen. Diese bestehen beispielsweise aus 29 Teilen Nickel, 18 Teilen Kobold und 53 Teilen Eisen oder 28 Teilen Nickel, 21 Teilen Kobold und 51 Teilen Eisen oder 28 Teilen Nickel, 23 Teilen Kobold und 49 Teilen Eisen.

Die entsprechenden Keramiken weisen als Hauptbestandteile 36 Teile Nickel und 44 Teile Eisen oder 42 Teile Nickel und 48 Teile Eisen oder 46 Teile Nickel und 54 Teile Eisen auf. Die Hartgläser und Keramiken werden beispielsweise von der Vakuumschmelze unter den Bezeichnungen VACON 11, VACON 20, VACON 70 oder VACODIL 36, VACODIL 42 und VACODIL 46 vertrieben.

Eine weitere Verbesserung der Kompensation der thermischen Längenausdehnung des piezoelektrischen Aktors 2 wird dadurch erreicht, daß das Stellglied aus einem entsprechenden Material gefertigt ist. Das Stellglied ist aus einem Material gefertigt, das einen positiven Ausdehnungskoeffizienten aufweist und sich mit Zunahme der Temperatur ausdehnt. Beispielsweise ist es aus Stahl oder einer Chromlegierung hergestellt. Der thermische Ausdehnungskoeffizient des Stellgliedes liegt beispielsweise zwischen $12 \cdot 10^{-6}$ bis $16 \cdot 10^{-6}$ 1/K.

Eine vorteilhafte Kompensation der unterschiedlichen Ausdehnungskoeffizienten wird erreicht, wenn die Materialien und Geometrien nach folgender Formel (1) gewählt werden:

$$LG \cdot AG = LP \cdot AP,$$

wobei mit LG die effektive Länge des Gehäuses 8, mit AG der thermische Ausdehnungskoeffizient des Gehäuses 8, mit LP die Länge des Piezoaktors 2 und mit AP der thermische Ausdehnungskoeffizient des Piezoaktors 2 bezeichnet ist. Aus Figur 2 ist erkennbar, daß die effektive Länge des Gehäuses LG von der Unterkante der Deckplatte 8 bis zur Unterkante des Flansches 12 reicht.

Eine weitere Verbesserung der thermischen Kompensation wird dadurch erreicht, daß die Formel (2) erfüllt ist:

$$LG \cdot AG = LP \cdot AP + LS \cdot AS,$$

wobei mit LS die effektive Länge des Stellgliedes und mit AS der thermische Ausdehnungskoeffizient des Stellgliedes bezeichnet ist.

Das Aktorgehäuse 8 weist vorzugsweise einen thermischen Ausdehnungskoeffizienten AG auf, der

kleiner als $2 \cdot 10^{-6}$ pro 1°K ist. Quarzglas hat beispielsweise einen thermischen Ausdehnungskoeffizienten von $\alpha_Q = 0,5 \cdot 10^{-6}$ pro 1°K .

Figur 3 zeigt eine Weiterbildung der Erfindung, die darin besteht, daß zwischen dem piezoelektrischen Aktor 2 und der Deckplatte 9 mindestens eine Ausgleichsscheibe 15 angeordnet ist. Die Ausgleichsscheibe 15 besteht aus einem Material, das in Abhängigkeit von der Temperatur seine Dicke ändert. Entsprechende Materialien sind beispielsweise Memory-Legierungen, die aus Nickel-Titan- oder Kupfer-Zink-Aluminium-Legierungen bestehen. Memory-Legierungen zeichnen sich dadurch aus, daß sie in einem Temperaturintervall von ca. 10 K das Volumen und damit auch die Dicke um einen einstellbaren Wert verändern.

Die Ausgleichsscheibe 15 ist vorzugsweise aus einem Material gefertigt, das einen thermischen Ausdehnungskoeffizienten von $12-16 \cdot 10^{-6}/\text{K}$ aufweist. Entsprechende Materialien sind beispielsweise Stahl oder Chromlegierungen. Dadurch wird der geringere thermische Ausdehnungskoeffizient des Aktors 2 gegenüber dem Aktorgehäuse 8 ausgeglichen.

Die Anordnung nach Figur 3 funktioniert folgendermaßen: Erwärmt sich das Einspritzventil 1, so dehnt sich das Aktorgehäuse 8 aus und der piezoelektrische Aktor 2 zieht sich zusammen. Dadurch würde zwischen dem piezoelektrischen Aktor 2 und der Deckplatte 9 ein Spalt entstehen. Durch das Einbringen von Ausgleichsscheiben 15, die bei entsprechend gewählten Temperaturen eine Vergrößerung des Volumens durchführen, wird verhindert, daß sich ein Spalt ausbildet. Auf diese Weise werden unterschiedliche thermische Ausdehnungskoeffizienten zwischen dem piezoelektrischen Aktor 2 und dem Aktorgehäuse 8 ausgeglichen. Die Ausgleichsscheiben 15 sind in bezug auf die Legierung entsprechend der Differenz zwischen dem thermischen Ausdehnungskoeffizienten des piezoelektrischen Aktors 2 und dem thermischen Ausdehnungskoeffizienten des Gehäuses 8 ausgebildet.

Figur 4 zeigt die Verformung V, d.h. die Dickenänderung, in Abhängigkeit von der Temperatur T einer Kupfer-Zink-Aluminium-Legierung, die bei einer Erwärmung ab einer Austenit-Start-Temperatur verformt und ein größeres Volumen bis zum Erreichen der Austenit-Ende-Temperatur einnimmt. Wird die gleiche Legierung ausgehend von der Austenit-Ende-Temperatur abgekühlt, so beginnt bei einer Martensid-Temperatur eine Verkleinerung des Volumens, die bei einer Martensid-Ende-Temperatur endet.

In vorteilhafter Weise wird ein Stapel von mehreren Ausgleichsscheiben 15 vorgesehen, die bei unterschiedlichen Temperaturen eine Änderung des Volumens vornehmen. Dadurch wird erreicht, daß der Stapel mit zunehmender Temperatur die abnehmende Länge des piezoelektrischen Aktors 2 durch eine entsprechende Vergrößerung der Dicke ausgleicht. Durch mehrere Ausgleichsscheiben 15 wird eine gleichmä-

ßige, über dem Temperaturbereich verteilte Kompensation der Längenänderung des piezoelektrischen Aktors 2 erreicht.

Vorzugsweise werden die Ausgleichsscheiben 15 mit einer entsprechenden Anpassung der thermischen Ausdehnungskoeffizienten des Gehäuses 8, des Stellgliedes 3 entsprechend den Figuren 1 und 2 kombiniert.

Figur 5 zeigt die Dicke D eines Stapels, der aus fünf Ausgleichsscheiben 15 besteht, in Abhängigkeit von der Temperatur T. Die Dicke D des Stapels nimmt bei fünf vorgegebenen Temperaturen T1, T2, T3, T4 und T5 jeweils innerhalb einer kleinen Temperaturdifferenz von 10°Kelvin um einen vorgebbaren Wert zu. Auf diese Weise wird eine nahezu lineare Änderung der Dicke des Stapels erreicht und damit eine entsprechende Verkürzung des piezoelektrischen Aktors 2 ausgeglichen.

Die Memory-Legierungen weisen eine hohe Zugfestigkeit und eine hohe zulässige Spannung auf, so daß die Steifigkeit der Verbindung zwischen dem piezoelektrischen Aktor 2 und der Deckplatte 9 gewährleistet ist. Der Vorteil der Memory-Legierungen besteht darin, daß eine große Volumenleistung pro Volumeneinheit und eine vollständige Arbeitsverrichtung in einem kleinen Temperaturintervall von ca. 10°K erreicht wird.

Memory-Legierungen sind beispielsweise in "Aktoren mit Formgedächtnis-Legierungen", von P. Schmidt-Mende, beschrieben.

Die Erfindung ist am Beispiel eines piezoelektrischen Aktors beschrieben, trifft jedoch auf alle Aktoren zu, die einen zum Aktorgehäuse unterschiedlichen thermischen Ausdehnungskoeffizienten aufweisen.

Patentansprüche

1. Einspritzventil mit einem steuerbaren Aktor (2),
 - der in einem Aktorgehäuse (8) eingebracht ist, das fest mit einem Ventilgehäuse (19) verbunden ist,
 - der in Wirkverbindung mit der Einspritznadel (4) steht und die Einspritznadel (4) zum Einspritzen von Kraftstoff steuert, **dadurch gekennzeichnet,**
 - daß das Material des Aktorgehäuses (8) einen thermischen Ausdehnungskoeffizient aufweist, der nahezu gleich dem thermischen Ausdehnungskoeffizienten des piezoelektrischen Aktors (2) ist.
2. Einspritzventil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Aktor (2) über ein Stellglied (3) auf die Einspritznadel (4) einwirkt, daß eine Gesamtlänge, die sich aus der Länge (l_p) des Aktors (2) und der Länge (l_s) des Stellgliedes (3) ergibt, und die Länge (l_G) des Aktorgehäuses (8) ein vorgegebenes Längenverhältnis zueinander aufweisen, daß der thermische Ausdehnungskoeffizient des Aktorgehäuses (8), der thermische Aus-

dehnungskoeffizient des Stellgliedes (3) und der thermische Ausdehnungskoeffizienten des Aktors (2) derart aufeinander abgestimmt sind, daß bei einer Temperaturänderung das vorgegebene Längenverhältnis nahezu konstant bleibt.

5

chen aus einer Eisen- und Nickel-Legierung besteht, die im wesentlichen 36% Nickel, 53% Eisen und geringe Teile Kohlenstoff, Silizium und Magnesium aufweist.

3. Einspritzventil mit einem steuerbaren Aktor (2),

- der in einem Aktorgehäuse (8) eingebracht ist, das fest mit einem Ventilgehäuse (19) verbunden ist, 10
- der in Wirkverbindung mit der Einspritznadel (4) steht und die Einspritznadel (4) zum Einspritzen von Kraftstoff steuert, **dadurch gekennzeichnet,** 15
- daß der Aktor (2) über ein Stellglied (3,23) auf die Einspritznadel (4) zur Steuerung eines Einspritzvorganges einwirkt, daß das Stellglied (3,23) über den piezoelektrischen Aktor (2) und über eine Ausgleichsscheibe (15) mit dem Aktorgehäuse (8) in Verbindung steht, und daß die Ausgleichsscheibe (15) einen thermischen Ausdehnungskoeffizienten aufweist, der eine thermische Längenänderung des piezoelektrischen Aktors (2) ausgleicht. 20 25

4. Einspritzventil nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Ausgleichsscheibe (15) mindestens teilweise aus einem Memory-Metall besteht, daß das Memory-Metall bei einem vorgegebenen Temperaturbereich das Volumen ändert. 30

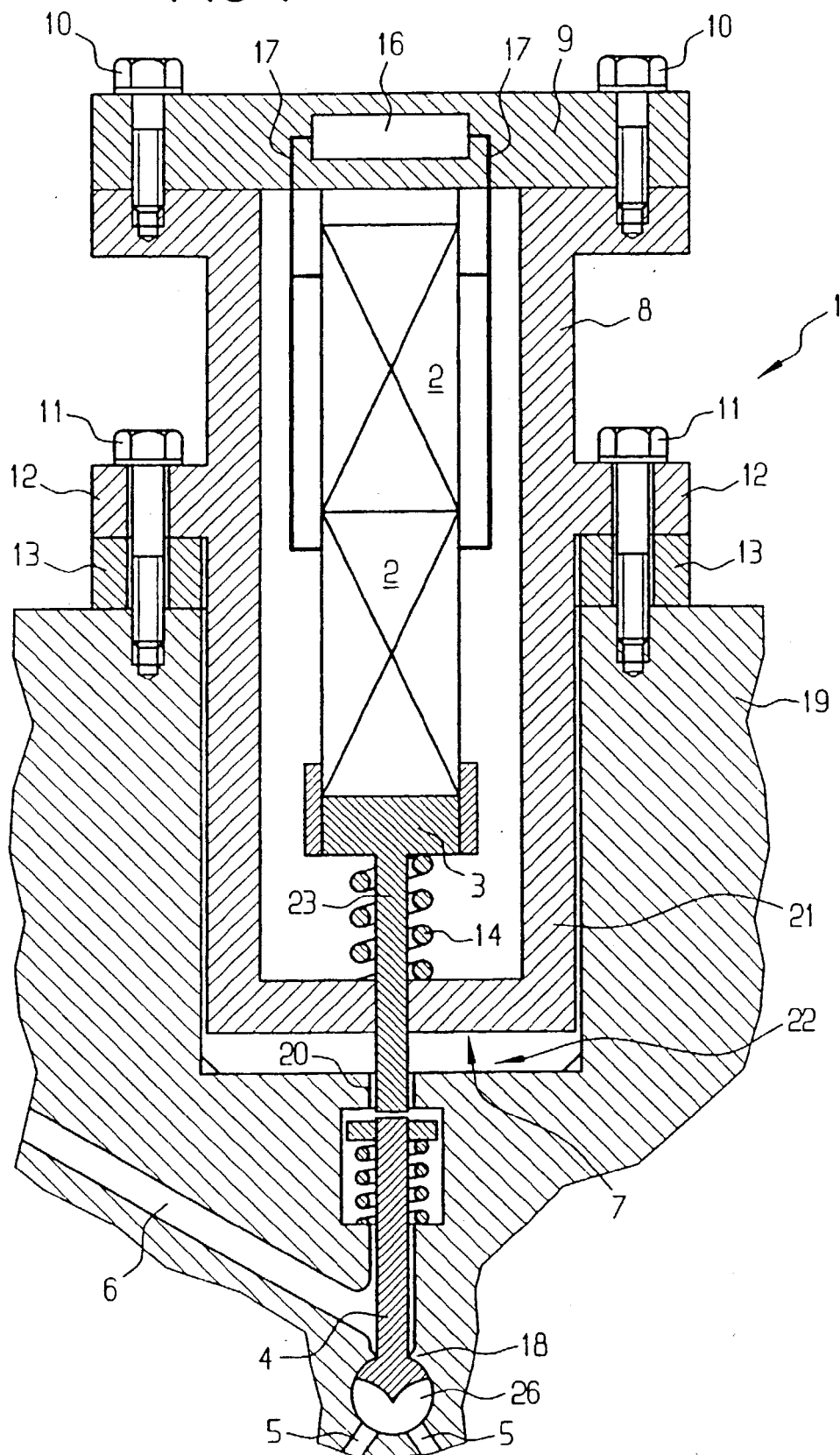
5. Einspritzventil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Aktor als piezoelektrischer Aktor ausgebildet ist, und daß das Aktorgehäuse (8) aus einem Material besteht, dessen thermischer Ausdehnungskoeffizient kleiner als $2 \cdot 10^{-6} \text{ 1/Kelvin}$ ist, vorzugsweise aus Quarzglas oder Invar aufgebaut ist. 35 40

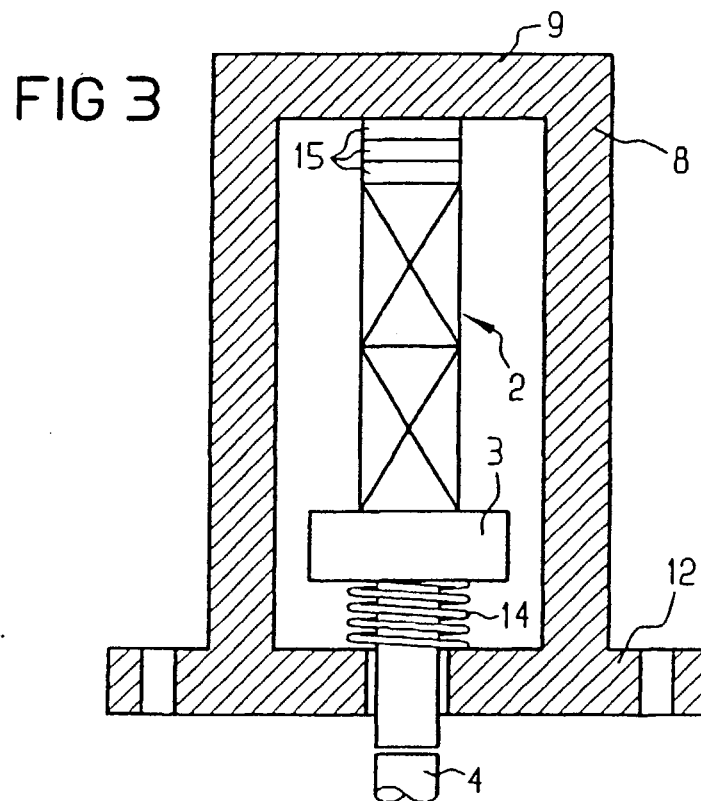
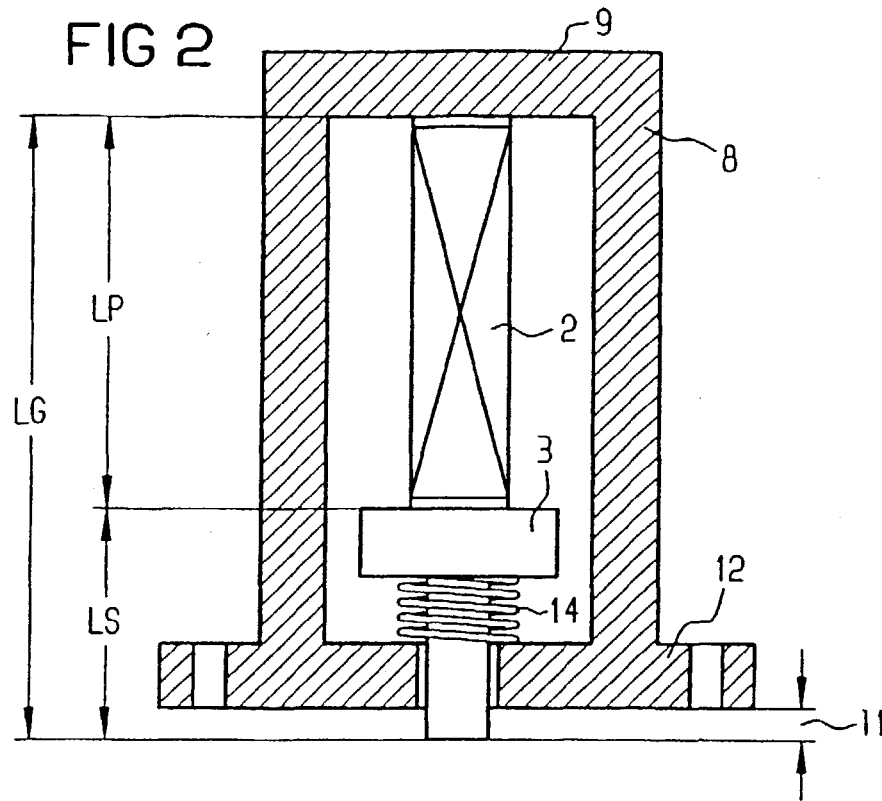
6. Einspritzventil nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere Ausgleichsscheiben (15) vorgesehen sind, die aus unterschiedlichen Legierungen bestehen, deren Temperaturbereiche, bei denen eine Volumenänderung auftritt, derart gewählt sind, daß eine thermische Längenänderung des Aktors (2) ausgeglichen wird, so daß die gesamte Länge, die sich aus der Länge des Aktors (2) und der Dicke der Ausgleichsscheiben (15) ergibt, im wesentlichen konstant bleibt. 45 50

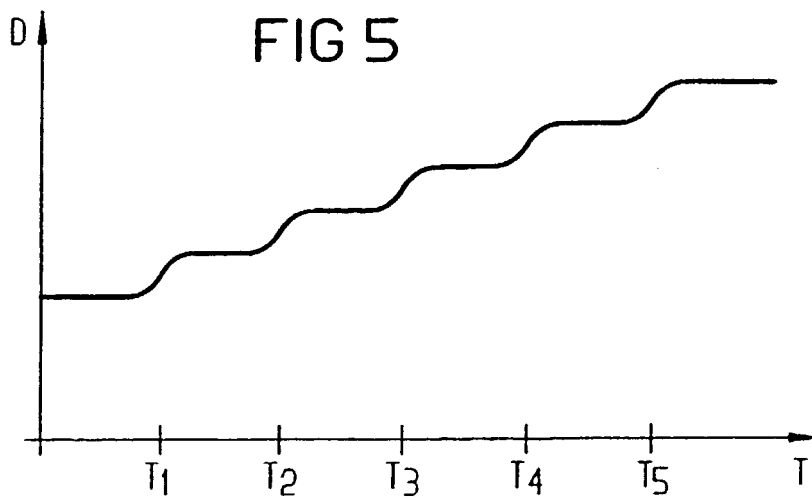
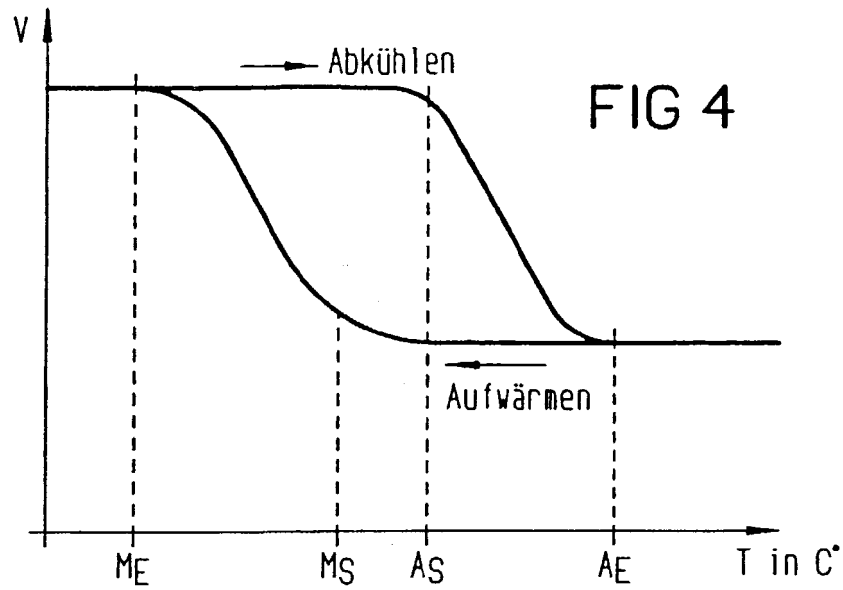
7. Einspritzventil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Aktorgehäuse (8) mindestens teilweise aus Keramik, oder Hartglas besteht, das im wesentlichen Eisen und Nickel aufweist. 55

8. Einspritzventil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Aktorgehäuse (8) im wesentli-

FIG 1









Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 98 10 6153

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft, Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
X	US 4 284 263 A (NEWCOMB CLIVE V) 18. August 1981 * Spalte 2, Zeile 5 - Spalte 3, Zeile 68; Abbildungen 1,2 *	1-3	F02M51/06 F02M61/08
X	RUMPHORST M: "EIN NEUES ELEKTRONISCHES HOCHDRUCK-EINSPRITZSYSTEM FÜR DIESELMOTOREN A NEW ELECTRONIC HIGH PRESSURE INJECTION SYSTEM" MTZ MOTORTECHNISCHE ZEITSCHRIFT, Bd. 56, Nr. 3, 1. März 1995, Seiten 142-148, XP000490673 * Seite 145, Absatz 2.3; Abbildungen 8,9 *	1,2	
X	GB 2 087 660 A (DAIMLER BENZ AG) 26. Mai 1982 * Seite 1, Zeile 119 - Zeile 125; Abbildungen *	1	
P, X	DE 195 38 791 A (DAIMLER BENZ AG) 24. April 1997 * Spalte 2, Zeile 21 - Zeile 40; Abbildungen *	1,2	
A		5	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.6) F02M
D, A	DE 35 33 085 A (BOSCH GMBH ROBERT) 26. März 1987 * Zusammenfassung *	1	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 26. Juni 1998	Prüfer Torle, E
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		T der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D in der Anmeldung angeführtes Dokument L aus anderen Gründen angeführtes Dokument & Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	
X von besonderer Bedeutung allein betrachtet / von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A technologischer Hintergrund O mündliche Offenbarung P Zwischenliteratur			

EPD FORM 1503 U3 R2 (P04/00)